

열처리에 따른 Co-Fe-Ni 연자성 합금의 자기적 특성 (Effect of Heat Treatment on Magnetic Property of Co-Fe-Ni Soft Magnetic Alloy)

김현경*, 박창빈, 정원용
한국과학기술연구원 재료연구부

1. 서론

기존의 진공증착 공정과는 달리 장치 비용과 제조 단가가 월등히 적게 들고, 품질 측면에서 도 대 면적을 가장 신뢰도 높게 구현할 수 있는 전기 도금 기술을 바탕으로 제작되는 연자성 합금 및 그 제조기술은 기술경쟁력 있는 저가의 양산 기술을 제공할 수 있다는 측면에서 정보화시대에 필수적인 기술이라 할 수 있다. 전기 도금 법에 의한 연자성 재료의 개발은 1980년대에 퍼멀로이(permalloy, Fe-Ni) 합금의 개발로 시작 되었다. 고틱성 연자성 합금을 얻기 위해 1990년대 중반부터 Co-Fe-Ni 3원계합금의 개발이 시작 되어 보자력이 2 Oe 이하인 연자성 합금의 개발에 성공하였다. 본 실험실에서도 보자력이 0.08~0.3 Oe 이하인 Co-Fe-Ni 합금 제조를 성공한 바 있다.

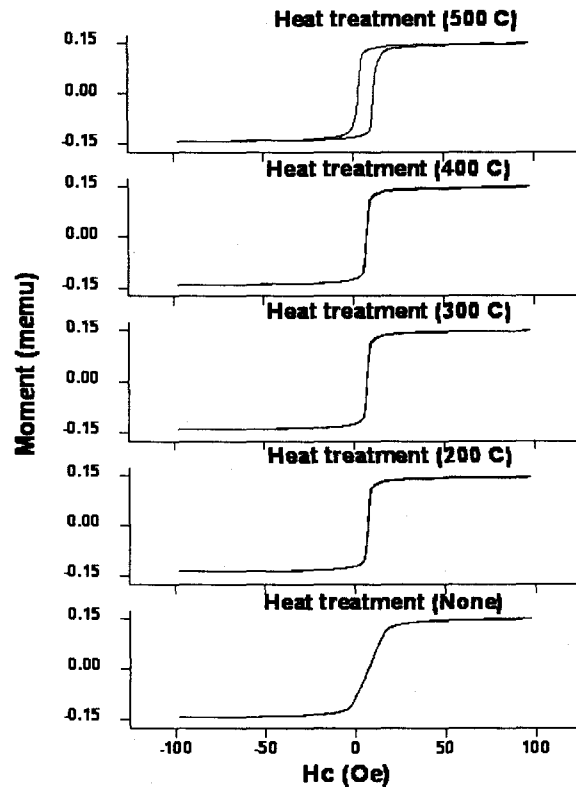
본 연구에서는 Co-Fe-Ni 연자성 합금에 열처리를 함으로써 전기도금 시 질소나 산소 등의 불순물 제거, Stress 완화, Nano size 입자의 크기 변화를 유도하고 이런 변화가 자기적 특성에 미치는 영향을 규명하고자 하였다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 Co-Fe-Ni 삼원계 합금의 자기적 특성에 열처리가 미치는 영향을 알아보기 위해 Au/Si wafer (1x1cm²)위에 1 μ m 두께로 전기도금 하여 합금 조성과 열처리 온도에 따른 보자력과 투자율변화를 관찰하였다. Co-Fe-Ni 용액과 Co-Fe-Ni 용액에 Cu를 첨가한 용액을 만들어 열처리에 따른 변화가 자기적 특성에 미치는 영향을 보기 위해 열처리 온도를 200~500 °C 주어 실험 하였다. 온도는 30°C~40°C, pH 3.5~4.5, Pt plates와 SSCE(Silver Silver Chloride)는 각각 counter electrode와 reference electrode가 사용되었다. 제조된 Co-Fe-Ni 삼원계 합금의 표면 조직, 조성, 자기적 특성을 XRD, EPMA, VSM을 통해 분석하였고, TEM을 통해 grain size와 결정 구조 등을 분석하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Co-Fe-Ni 합금의 조성(at%)이 각각 30: 32: 36 일 때 가장 좋은 자기적 특성을 얻을 수 있었다. 이는 Co-Fe-Ni 의 grain size의 크기와 합금 비율의 차이에 의한 것으로 보인다. Fig 1. 은 열처리를 하지 않은 Co-Fe-Ni 합금과 열처리 온도가 200~500 °C 일 때의 자기 이력 곡선 결과이다. 200~400 °C 열처리 시 보자력이 작아지며 투자율이 크게 높아지고, 500°C 열처리 시에는 보자력이 급격히 커지는 것을 볼 수 있다. 이는 200°C에서 400°C까지 열처리 시에 grain size는 거의 변하지 않고, 불순물 제거, Stress 완화로 인한 보자력 감소와 투자율 향상으로 보이며, 500°C 열처리 시에는 급격한 Nano size 입자의 크기 변화로 보자력이 커지는 것으로 사료된다.



<Fig 1. Hysteresis loop of Co-Fe-Ni Soft Magnetic Alloy according to Heat Treatment.>

4. 결론

본 연구에서는 전기 도금을 이용하여 연자성 재료인 Co-Fe-Ni 삼원계 합금을 제조하고 열처리에 따른 자기적 특성 변화를 관찰하였다. 열처리 온도 400℃ 일 때 0.05~0.2 Oe 정도의 낮은 보자력과 기존보다 10~15배 정도 큰 투자율을 얻을 수 있었다.

5. 참고 문헌

1. CaiYin You, Z.D. Zhang, ChoongJin Yang, X.K. Sun, W. Liu, X.G. Zharo. Journal of Alloys and Compounds. 366, 2004, 94-100.
2. Dong-Liang Peng, Kenji Sumiyama, Kenji Suzuki. Journal of Alloys and Compounds. 255, 1997, 50-54.
3. L.K.E.B. Serrona, R. Fujisaki, A. Sugimura, T. Okuda, N. Adachi, H. Ohsato, I. Sakamoto, A. Nakanishi, M. Motokawa, D.H. Ping, K. Hono. Journal of magnetism and magnetic Materials . 260, 2003, 406-414.
4. Won Young Jeung, Hyun Kyung Kim, and Jeong Oh Lee. Journal of the Korean Magnetic Society. vol 15, 2005, 241-245.
5. Yahui Zhang and Douglas G. Ivey. *Chem mater.* 2004, 16, 1189-1194.
6. S. Pinitsoontorn, G.A. Badini Confalonieri, H.A. Davies, M.R.J. Gibbs. Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 290-291, 2005, 1528-1530.
7. Tetsuyarasaka, Madoka Takai, katsuyoshi Hayashi, Keishi Ohashi, Mikiko Saito & Kazuhiko Yamada. letters to nature. vol 392, 1998.